LES SECRETS D'UN BON LIT

DE

SEMENCES

Conférence présentée lors du
Colloque sur les plantes fourragères
tenu à Montréal le 17 avril 1988

par

Denis Coté, agronome
Service de recherche en sols
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries
et de l'Alimentation du Québec
Sainte-Foy

89-02244/

LES SECRETS POUR UN BON LIT DE SEMENCES

Denis Coté[1]

Les plantes fourragères pérennes et annuelles nécessiteront en 1988 une préparation de lit de semences sur une superficie d'environ 0,3 million d'hectares au Québec.

L'implantation de ces espèces fourragères devrait se faire dans des lits de semences élaborés pour rencontrer leur besoins physiologiques et en prenant en considération les principes de conservation des ressources en sol, eau et énergie.

Pour les besoins de cette conférence les plantes fourragères pérennes (prairies et pâturages) et les plantes fourragères annuelles (maïs fourrager et céréales fourragères) seront considérées.

Après avoir défini et situé le lit de semences dans le profil cultural je tenterai d'expliquer son rôle de même que les phénomènes physiques, chimiques et biologiques qui y prennent place et je décrirai les caractéristiques des lits de semences à rechercher pour les principaux systèmes culturaux utilisés au Québec. Pour une meilleure compréhension du sujet, les autres composantes du profil cultural seront brièvement abordées.

DEFINITION ET SITUATION DU LIT DE SEMENCES PAR RAPPORT AU PROFIL CULTURAL

Le profil cultural englobe l'ensemble des couches de terre individualisées par les différents instruments aratoires, les racines, les vers de terre, les fentes de retrait et les facteurs naturels réagisant à ces actions. Son épaisseur généralement considérée est de un mètre. Dans la pratique, le profil cultural se divise en trois couches qui sont fonction de la culture et de l'action des instruments de travail du sol. Ce sont, à partir de la surface: le lit de semences, la partie inférieure de la couche arable et la partie du sous-sol occupée par les racines et contribuant à l'approvisionnement en eau utile.

Le lit de semences est la mince couche de sol qui est spécifiquement retenue pour recevoir la semence; pour permettre sa germination, l'émergence et l'enracinement initial des plantules. Son épaisseur ne

[1] Service de Recherche en sols, M.A.P.A.Q., 2700 rue Einstein, Ste-Foy.

dépasse pas deux fois la profondeur du semis. Les trois couches bien distinctes comprennent: (1) Une couche superficielle rugueuse bien pourvue en agrégats et mottes; (2) une partie médiane où la semence est noyée dans un mélange meuble de terre fine et d'agrégats de plus petite dimension; (3) une partie inférieure sous la profondeur de semis, appelée base de lit de semences dont la terre est raffermie tout en étant fracturée et friable (voir figure 1).

La partie inférieure de la couche arable sous le lit de semences montre des propriétés physiques nomogènes héritées soit des façons culturales primaires, soit du tassement provoqué par les façons culturales superficielles, soit des résidus des cultures précédentes, soit des effets naturels du climat et de la dynamique du sol. Cette partie inférieure de la couche arable est confondue à tort au lit de semences en raison des façons culturales primaires qui sont souvent exécutées sur l'ensemble de la couche arable avant l'élaboration du lit de semences proprement dit. En l'absence de façons culturales primaires, comme il arrive dans les pratiques culturales minimales la partie inférieure de la couche arable conserve la même appellation.

RÔLE DU LIT DE SEMENCES PAR RAPPORT A L'ENSEMBLE DE LA COUCHE ARABLE ET DU SOUS SOL

Le lit de semences est confectionné pour recevoir les graines déposées à une profondeur précise par les socs du semoir ou déposées en surface puis enfouies par une façon culturale superficielle lorsqu'il s'agit d'un semis à la volée. Le sol du lit de semences assure par transfert d'humidité et de chaleur, les processus d'imbibition de la graine et sa germination. Il favorise par la suite un taux d'émergence élevé via sa couche superficielle rugueuse. La base du lit de semences permet l'enracinement initial de l'hypocotyle et des fines racines.

Le transfert d'eau de précipitation ou d'évaporation, de la chaleur et des gaz entre l'atmosphère et la couche inférieure de la couche arable et le sous-sol se fait via le lit de semences. Ce dernier étant la couche du profil cultural la plus exposée au tassement, à l'affaissement, au croûtage et à la perte de sol par érosion on comprend pourquoi ces dégradations peuvent affecter son rôle de médium de transfert.

Selon les modes de fertilisation et les besoins des espèces fourragères le lit de semences doit permettre le placement des fertilisants jusque dans la partie inférieure de la couche arable au semis ou en post-levée. Tout comme l'ensemble de la couche arable le lit de semences remplit un rôle de réservoir d'air, d'eau utile et d'éléments fertilisants en mesure de soutenir autant l'activité biologique du sol que la nutrition minérale des plantes.

La macroporosité du sol de la couche arable est habituellement soutenue par: (1) Les canaux des vers de terre; (2) les fentes de re-

traits; (3) les espaces entre les agrégats granulaires; (4) les espaces laissés par la dégradation des débris végétaux; (5) les espaces lacunaires créés par les outils d'ameublissement du sol. Ces derniers ne sont que temporaires en raison de l'instabilité de la macrostructure des sols foisonnés face aux mécanismes naturels et artificiels de tassement du sol. Les biopores, soit les canaux créés par les vers de terre et les racines, de mêmes que les fentes de retrait ont l'avantage de faire communiquer directement de grandes profondeurs du sous-sol avec la surface du lit de semences.

Les micropores sont situés dans la masse ferme (rassise) de la couche arable et du sous-sol. Ils servent de réservoir d'eau utile et de translocateur d'eau utile. La redistribution de l'eau et la montée capillaire de l'eau du sous-sol vers la partie supérieure du profil cultural se fait par les micropores interreliés. Elle s'observe dans nos prairies, l'été, par le rabattement de la nappe phréatique de 2 à 3m sous les drains. Le rendement très fluctuant des espèces fourragères d'une année à l'autre est le plus souvent relié à son alimentation en eau utile. Quand il pleut abondamment et régulièrement, le surplus est drainé et la réserve en eau utile se maintien à un niveau élevé. Par contre, quand la pluie est mal répartie dans le temps ou est insuffisante, la réserve en eau utile s'épuise et la remontée capillaire peut ne pas la rétablir, soit parce que: (1) Le sous-sol est trop mince; (2) la capacité de rétention du sous-sol est trop faible; (3) la capillarité est interrompue entre la couche arable et le sous-sol par une couche de trop forte macroporosité; (4) la vitesse de remontée est très lente en raison de la texture du sol (voir figure 2).

PHENOMENES NATURELS QUI PRENNENT PLACE DANS LE LIT DE SEMENCES ET DANS SON ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

TRANSFERT DE CHALEUR

Le réchauffement du sol au printemps, la perte de chaleur nocturne, le refroidissement à l'automne et la sensibilité au gel sont reliés aux propriétés calorifiques du sol et des résidus organiques qui le recouvrent ou qui y sont incorporés. L'état d'assèchemnent, d'émiettement, d'affinement et de granulation du sol du lit de semences agit sur sa capacité calorifique et sur sa conductivité thermique. Un lit de semences dont la macroporosité est très élevée se réchauffe plus rapidement au printemps tout en étant plus sensible en gel nocturne. Un lit de semences très ferme sur une couche arable de constitution rassise transmet facilement la chaleur mais tarde à se réchauffer.

TRANSLOCATION D'EAU ET D'AIR

Durant les mois de l'année où la température du sol est favorable à la croissance des plantes, la translocation de l'eau se fait des couches profondes vers la couche arable et le lit de semences via les micropores, en période d'évapotranspiration intense et dans le sens inverse via les macropores continus en période de précipitation intense. La redistribution de l'eau en réponse aux gradients hydrauliques se fait surtout par les micropores. La conductivité hydraulique du sol saturé réflète l'état de continuité de la macroporosité alors que la conductivité hydraulique du sol non saturé réflète l'état d'interconnection des micropores et leur diamètre moyen.

Les entrées et sorties d'air et autres gaz de l'atmosphère du sol sont occasionnées par le vent, par les variations de pression atmosphérique, par les effets des variations thermiques sur la dilatation des gaz, par les mécanismes de diffusion moléculaire, par l'occupation respective par l'eau ou l'air des pores du sol en phase d'humection ou de dessication et par les effets de gonflement et retrait des sols soumis à des conditions hydriques diverses. La croûte de battance, les semelles de façons culturales, le tassement du sol ou son ameublissement influencent la perméabilité à l'air à un niveau d'humidité du sol donné.

RESPIRATION

La consommation d'oxygène par les racines, par toutes les formes de vie dans le sol et par les réactions chimiques et biochimiques, de même que les rejets de CO_2 par les racines et les microorganismes constituent l'essentiel du phénomène de respiration du sol. Dans le lit de semences le contenu en O_2 devrait s'approcher le plus possible de 20% comme dans l'atmosphère. Dans les couches inférieures de la couche arable, le contenu en O_2 est souvent inférieur à 15%; alors qu'à la base du profil cultural (1m) le contenu en O_2 peut osciller entre 0,3 et 10%. Le niveau de CO_2 est à son niveau le plus élevé au printemps et à l'automne et à son plus bas en été. La concentration en CO_2 dans le sol, dans la couche arable peut décupler en 1 journée si les échanges avec l'atmosphère sont bloqués. Dans la partie supérieure de la couche arable, où se situe le lit de semences, la production de CO_2 est favorisée par le labour, par l'ameublissement du sol en général et par la fumure organique.

IMBIBITION DES SEMENCES

Ce phénomène nécessite la présence d'eau dans le sol transmissible par contact entre ses particules et le grain de semence. Durant l'imbibition d'eau la semence augmente son volume de 30% ce qui permet d'améliorer son contact avec les particules de sol (Collins, G. et al.,

1984). Dans un sol sableux dont la rétention en eau utile dépasse 5%, un état d'émiettement très prononcé permet quand même une dimension des pores assez petite pour qu'il y ait contact de la semence et des particules de sol sans qu'un tassement du sol ne soit nécessaire. Dans un sol structuré, par contre, une consistance en mottes produit un excès de gros pores ou cavernes qui n'assurent pas un bon contact semence-particules de sol; un tassement au semis est alors efficace.

GERMINATION

La germination en présence d'humidité soutenue dans le lit de semences est gouvernée par la température du sol. Cette dernière est favorisée par le billonnage, par l'absence de mulch à la surface, par une base de lit de semences plus poreuse que la partie inférieure de la couche arable et par une profondeur de semis minimale. Dans un lit de semences desséché ou caractérisé par une faible rétention en eau utile, la germination est favorisée par la profondeur accrue du semis, un mulch superficiel, une couche de surface très rugueuse et une base de lit de semences tassée.

EMERGENCE DES PLANTULES ET DEVELOPPEMENT RACINAIRE

Pour réduire l'influence de la sécheresse sur l'émergence d'un plantule la semence doit être noyée dans la terre fine (particules ou agrégats dont le diamètre est inférieur à 4 mm). L'émergence des plantules est réduite par un déficit d'oxygène, lui-même occasionné par le croûtage de battance, par le tassement, par une hausse de température, par la présence de matières organiques fraîches dans le lit de semences (Hakansson et al. 1979). Les pailles laissées en abondance à la surface et dans le lit de semences peuvent avoir un effet phytotoxique pour de nouveaux semis de céréales ou de maïs (acide acétique et autres produits de fermentation) en conditions de basse température du sol (Ellis F. B. et al., 1979).

BATTANCE ET CROUTAGE

La battance d'un sol est sont aptitude à être tassé sous l'effet des pluies. Le tassement prend place suite à la dispersion des agrégats et à la mise en solution de terre dispersée durant une pluie intense. La croûte de battance a une épaisseur de 0,1 mm et la croûte d'entraînement en dessous a une épaisseur de 2 mm. Selon (Awadhwal, N. K. et al. 1985), une croûte de battance nuit à l'émergence des plantules même si les facteurs tels que l'humidité, l'oxygène, la température et la profondeur du semis ne sont pas limitatifs. Les pluies successives augmentent la dureté de la croûte de battance et la profondeur de la croûte d'entraînement. Un test de stabilité structurale permet de prédire la sensibilité d'un sol à la battance.

AFFAISSEMENT DU SOL

Les sols ameublis par les façons culturales prennent momentanément de l'expansion, on dit qu'ils sont foisonnés. Leur humectation par des pluies saturantes leur fait prendre du poids et affaiblit leur speudostructure avec comme résultat un affaissement. Il s'agit donc d'un tassement naturel, d'autant plus rapide que le sol est foisonné et que sa stabilité structurale est faible. Ce phénomène progresse du lit de semences vers la base de la couche arable en quelques mois, après la confection du lit de semences.

EROSION

La perte de sol par érosion éolienne est reliée à la rugosité de surface, à l'émiettement inter-agrégats, à l'état hydrique du sol, au couvert végétal et à la présence de résidus organiques à la surface du lit de semences. Quand plus de 67% des agrégats à la surface du sol ont un diamètre > 0,84 mm, les particules plus fines sont protégées, selon (Smika, D.E., 1979). L'érosion hydrique est habituellement active dans les sols en pente lorsque le taux d'infiltration est inférieur à l'intensité de précipitation et que le ruissellement qui en résulte se fait sur sol nu. L'érosion éolienne enlève une couche de sol uniforme, quelquefois la semence et endommage les plantules. L'érosion hydrique agit plus en réseau ramifié et à plus grande profondeur dans le profil cultural. Il existe des lits de semences qui contrôlent parfaitement ces deux formes d'érosion, ce sont ceux confectionnés par les pratiques culturales de conservation.

GONFLEMENT ET RETRAIT

Le gonflement résulte de l'imbibition des colloïdes du sol; le retrait est le processus inverse. Le dessèchement périphérique rapide des mottes de sol limoneux et argileux à la surface du lit de semences donne naissance au cuirassage, c'est-à-dire à des mottes dont le centre humide est compressé par une croûte externe qui se rétrécit en séchant. Les fentes de retrait issues du retrait du sol qui s'assèche constituent des canaux prévilégiés pour l'infiltration de l'eau et de l'air, jusqu'à de grandes profondeurs dans le sol. Plusieurs cycles de gonflement-retrait se produisent dans une saison de croissance.

FRACTURATION ET FRAGMENTATION

Les cycles de gel et de dégel, d'humectation et de dessiccation brisent les blocs de sol les plus denses selon des plans de fracture horizontaux et verticaux. Les racines les plus fines occupent les espaces créés par les nouvelles fractures et contribuent à individualiser les fragments. Le "self-mulching" du sol est un état structural

qu'atteignent certains sols naturellement et qui résulte de l'équilibre entre les facteurs d'agrégation et les facteurs de fragmentation. Ces sols ont des lits de semences qui conviennent le mieux au semis direct.

ACTIVITE BIOLOGIQUE

La pédofaune du sol est très active dans la couche arable (insecte, vers, nématodes, etc...). Les vers de terre ont un rôle très important sur la granulation du sol, sur la porosité d'aération (canaux verticaux et horizontaux). L'équivalent de tout le sol d'un lit de semences de 5 cm de profondeur peut être ingéré par eux en 5 ans sous un couvert de prairie. les microorganismes (bactéries, champignons) et les racines concourent eux aussi à la formation des biopores et à la stabilisation de la structure du sol de la couche arable mais surtout du lit de semences en raison des meilleurs niveaux d'aération et de température qui y prévalent.

INTERVENTION SUR LE LIT DE SEMENCES

AMEUBLISSEMENT DU SOL

Le mot meuble veut dire mobile c'est-à-dire que les conglomérats du sol malgré les forces d'adhérence et de cohérence qui les retiennent ensemble peuvent se déplacer moyennant un effort. Les outils de travail du sol utilisés dans les façons primaires et superficielles visent à ameublir la masse rassise du sol au besoin, en fournissant cet effort.

MELANGE DES COUCHES DE SOL

Le mélange des couches de sol est motivé par un désir soit d'incorporer un amendement, soit d'enfouir une couche de sol, soit d'homogénéiser les propriétés physiques et chimiques du précédent profil de sol.

TASSEMENT

Le tassement volontaire soit du lit de semences soit de la couche arable résulte d'une pression exercée par le poids des véhicules ou par les instruments de travail du sol. Il se traduit par une réduction de la porosité lacunaire, puis de la porosité structurale et enfin, à l'extrême, de la porosité texturale.

AMENDEMENT

Les apports de matières organiques fraîches ou compostées, de chaux et de fertilisants sont les plus fréquents. Ils visent la restitution au sol de la couche arable d'éléments soit prélevés par les récoltes soit perdus par oxydation, lessivage, ruissellement ou érosion. Les apports se font préférablement lors de la confection du lit de semences.

ACCENTUATION DU RELIEF

Le billonnage, le labour moulé et le chiselage sont des exemples d'accentuation du relief. Les raisons sont nombreuses: lutte à l'érosion, fracturation par le gel, captage de l'eau de précipitation, assèchement superficiel, etc... Au niveau du lit de semences, l'accentuation du relief est soit permanente (billons) ou soit temporaire (couche de surface rugueuse). Les céréales semées en fin d'été se font sur des lits de semences dont la couche rugueuse peut contenir des mottes dont le diamètre peut atteindre 10 cm dans les sols sensibles à la battance.

CARACTERISTIQUES D'UN BON LIT DE SEMENCES

RUGOSITE DE SURFACE ADAPTEE A LA SENSIBILITE DU SOL A LA BATTANCE ET A LA DIMENSION DE LA SEMENCE

La sensibilité du sol à la battance s'accroît par la monoculture des plantes annuelles effectuée selon les pratiques culturales conventionnelles. A l'inverse la culture des plantes fourragères pérennes par la stabilisation des agrégats qu'elle opère et par son lacis racinaire accroît la résistance à la battance. Les graines des plantes fourragères de moins de 1mm de diamètre déplacent les particules de sol par compression jusqu'à ce que la pointe du coléoptyle soit près de la surface. A ce stade, il peut percer la croûte ou émerger par une fente de retrait. C'est à l'état humide qu'une croûte de battance limite le plus la diffusion de l'oxygène; en séchant elle craquera si elle contient un peu d'argile. En plus de la couche de surface rugueuse les pratiques culturales minimales et le semis direct sont d'autres moyens de lutte contre le croûtage. La connaissance du sol par l'agriculteur est nécesaire pour évaluer le risque de battance et pour déterminer la dimension des mottes à conserver en surface. Le roulage du sol post-semis avec un rouleau crénelé de type Brillion peut tasser favorablement le sol contre la semence, sans trop endommager la rugosité de surface. Les mottes, dans la couche rugueuse, après semis de printemps, ne doivent pas être de diamètre plus grand que la profondeur maximale de semis.

MICRORELIEF FAVORABLE AU DRAINAGE ET AU RECHAUFFEMENT

La culture sur billon pour le maïs fourrager est une pratique culturale éprouvée qui permet d'améliorer les propriétés thermiques et hydriques du lit de semences dans les sols froids et de drainage interne déficient. En période sèche, comme il arrive pour les semis d'août, les sillons laissés par la roue tasseuse du semoir constituent des dépressions favorables à la collecte de l'eau de précipitation lors de faibles précipitations.

RESIDUS ORGANIQUES FRAIS CONCENTRES A LA SURFACE DU SOL ENTRE LES LIGNES DE SEMIS

Une incorporation de résidus organiques déchiquetés dans la partie supérieure du lit de semences (au dessus de la semence) facilitera l'émergence des plantules si aucun phénomène d'allélopathie n'est à craindre. Dans le cas contraire, les résidus seront laissés à la surface du sol et si possible rangés à l'écart des lignes de semis. La présence de résidus organiques couvrant plus de 30% de la surface du sol est la meilleure assurance contre l'érosion, le croûtage superficiel et l'assèchement rapide du lit de semences. La concentration de résidus organiques frais ou compostés à la surface du sol est aussi favorable à la pédofaune du sol et au maintien de la réserve en eau utile du sol.

Le contenu en m.o. du sol est le paramètre le plus corrélé avec la stabilité structurale du sol. Puisque la battance attaque les agrégats à la surface du sol et entraîne la terre fine en profondeur, les apports de m.o. doivent se faire en surface. Il en résulte un accroissement des biopores reliant le lit de semences au sous-sol. Sous un couvert de plantes fourragères pérennes, les agrégats sont surtout cimentés par les polysaccharides exudés par les racines vivantes alors qu'en pratique culturale réduite et semis direct des céréales et du maïs, c'est l'accumulation de m.o. des pailles et racines mortes qui cimente les agrégats, de façon plus superficielle. La fumure organique en pré et post-semis devrait être pratiquée lorsque le mode d'épandage prévient le tassement du sol (irrigation). L'épandage en bande du lisier et du purin entre les rangs de maïs fourrager avec un épandeur citerne est réalisable en post levée sur sol bien ressuyé et rassis, surtout si aucune façon culturale primaire n'a été effectuée l'automne précédent. Un passage de sarcleur à 5 ou 7 cm de profondeur viendra ameublir la partie du lit de semences tassée par les pneus de la citerne et du tracteur.

PROFONDEURS DES TROIS(3) COUCHES DU LIT DE SEMENCES PROPORTIONNEES A LA PROFONDEUR DU SEMIS ET UNIFORME DANS LE CHAMP

Dans un sol sec, la semence d'une céréale de printemps doit être placée à 4 ou 5 cm de profondeur sur une base de lit de semences ferme dont la rétention en eau utile est supérieure à 5%. La couche rugueuse doit contenir des agrégats < 4 mm et de la terre fine. Si le sol démontre moins de 5% de rétention en eau utile sous le lit de semences, il faut approfondir ce dernier et semer plus profondément. Si le croûtage n'est pas à craindre et que le sol est de plus en plus humide en profondeur, les mottes en surface n'apporteront rien de plus en terme de rapidité et de taux d'émergence selon (Hakansson, I., et al 1984).

Dans un sol humide dont la réserve en eau utile est supérieure à 10% dans la base du lit de semences, surtout si cette dernière est favorable à la montée capillaire, la profondeur de semis des céréales fourragères devra se situer à environ 2 cm.

La profondeur de semis des plantes fourragères pérennes doit elle aussi tenir compte de la capacité de rétention en eau utile si un taux élevé et une rapidité d'émergence sont recherchés. La profondeur de semis sera de 0,5 à 1,3 cm pour les sols les mieux pourvus en eau utile (limons et argiles) et de 1,3 à 2,5 cm pour les sables.

L'épaisseur de la base du lit de semences et l'épaisseur cumulative de la couche de surface rugueuse et de la couche de terre fine doivent se rapprocher de la profondeur du semis.

Il est important d'obtenir une profondeur uniforme de lit de semences pour les raisons suivantes: (1) Besoins en O_2, humidité et chaleur pour la germination; (2) absence de fermentations toxiques près de la semence; (3) la réserve en eau utile détermine la profondeur de semis; (4) les étraves ou les socs du semoir doivent s'appuyer sur la base de lit de semences et la tasser si elle est trop foisonnée; (5) enfin la levée doit être uniforme dans le champ pour la réussite des traitements phytosanitaires.

ETAT D'AMEUBLISSEMENT ET PROPORTION DE TERRE FINE ET D'AGREGATS ADAPTES AU MECANISME D'ENTERREMENT DES SEMOIRS

Dans un sol bien réchauffé et bien pourvu en eau utile, il faut accorder la préférence à une profondeur de semis moindre, et à des mottes plus petites en surface puisque la levée plus rapide diminue les risques de croûte de battance. Le cuirassage des mottes est évité au moment de la préparation du lit de semences en effectuant un roulage qui a pour effet d'éclater une partie de ces mottes et de recaler les autres

vers la base du lit de semences où elles sécheront graduellement sans inconvénient. En printemps sec la préparation du lit de semences doit viser avant tout à remonter en surface les particules, les mottes et les conglomérats les plus secs et à garder le sol plus humide dans la base du lit de semences si le taux d'émergence est à favoriser.

Intensité de l'émiettement du sol du lit de semences selon la dimension des mottes (Dalleine, E., 1980)

maïs fourrager:	100%	des	mottes	ont	un diamètre	< 8 cm.
	75%	"	"		"	< 4 cm.
céréales fourragères:	100%	des	mottes	ont	un diamètre	< 8 cm.
	80%	"	"		"	< 4 cm.
	45%	"	"		"	< 1 cm.
plantes fourragères pérennes:	100%	des	mottes	ont	un diamètre	< 8 cm.
	90%	"	"	"	"	< 4 cm.
	75%	"	"	"	"	< 1 cm.

CONTACT INTIME ENTRE LE SOL ET LA SEMENCE

Les roues tasseuses des semoirs et les rouleaux crénelés ont une action d'autant plus efficace que la base du lit de semences est ferme et que l'épaisseur du lit de semences est faible. L'incorporation des petites semences de plantes fourragères pérennes avec des chaines n'est efficace que si elle fait rouler des mottes et que si elle crée de la terre fine. Un haut taux de semis compense pour le faible taux de germination. Pour les céréales fourragères le tassement est requis plus sur les sols motteux argileux ou limoneux que sur les sables très finement affinés.

BASE DE LIT DE SEMENCES FERME, FRIABLE, PERMEABLE, D'UN NIVEAU DE POROSITE FAVORABLE A LA RETENTION EN EAU UTILE

La précision du semis et la facilité d'émergence des plantules sont favorisées par un lit de semences ferme. L'enracinement initial quant à lui est favorisé par une base de lit de semences friable et perméable. La vigueur des plantules en post-émergence est favorisée par une rétention en eau utile élevée qui se rencontre plus dans une base de lit de semences ferme que dans une base de lit de semences trop foisonnée.

CARACTERISTIQUES A RECHERCHER DANS LA PARTIE INFERIEURE DE LA COUCHE ARABLE ET DANS LA PARTIE SUPERIEURE DU SOUS-SOL

POROSITE EFFICACE (BIOPORE, POROSITE D'AERATION, PERMEABILITE A L'EAU ET A L'AIR, RESERVE EN EAU UTILE)

Les prairies labourées possèdent naturellement ces propriétés lorsque les façons culturales superficielles sont effectuées dans de bonnes conditions. Les pâturages plus tassés doivent quant à eux recevoir des façons culturales superficielles plus profondes pour réduire la dimension des mottes dans cette couche et pour amorcer une fragmentation des mottes restantes. Dans une monoculture de maïs et de céréales fourragères, où une attention est portée sur la prévention du tassement par les véhicules, la porosité efficace est plus favorisée par l'absence de labour que par le labour conventionnel.

SOL RASSIS, DENSITE HOMOGENE VERTICALEMENT ET HORIZONTALEMENT, SOL FRACTURE

Une constitution rassise, une densité homogène (absence de semelles) et un bon état de fracturation sont les caractéristiques normales d'une prairie de quelques années. L'établissement d'une plante fourragère exige les mêmes caractéristiques dans la partie inférieure de la couche arable. Un examen du profil du sol est donc tout à fait nécessaire avant de procéder à des façons culturales souvent inutiles. Cet examen devrait se faire simultanément sur le champ que l'on projète de labourer et dans un champ témoin où les plantes fourragères déjà établies démontrent une croissance normale. Le labour d'une prairie est rarement contre-indiqué à la condition de limiter la profondeur du labour à 15 cm. Par contre le labour d'un chaume de céréales ou de maïs ou de toutes autres cultures annuelles dans le but d'implanter une culture fourragère pérenne ou annuelle doit toujours tenir compte de la nécessité de modifier ou non les propriétés du sol de la couche arable.

Le brome exige pour la propagation de ses rhyzomes une terre plus meuble sous le lit de semences que les autres plantes fourragères pérennes. Le maïs et les céréales fourragères exigent une terre qui si elle est rassise (non labourée) contient une forte proportion de biopores et de fentes et une structure fragmentaire ou grumeleuse.

DEMARCATION DIFFUSE ENTRE LA PARTIE INFERIEURE DE LA COUCHE ARABLE ET LA PARTIE SUPERIEURE DU SOUS-SOL, EN CE QUI REGARDE LES PROPRIETES PHYSIQUES DU SOL

L'examen d'un profil de sol qui n'a pas été labouré depuis plusieurs années montre cette démarcation diffuse; pas de semelle de labour, une coloration du sol en dents de scie, une macroporosité fissurale et des biopores continus entre la couche arable et le sous-sol.

De telles propriétés sont favorables au cheminement des racines, au transfert d'eau et d'air et à l'activité biologique du sol en général.

RESIDUS BIEN DISPERSES DANS LA MASSE DE SOL, CONSTITUES SURTOUT DE VIEILLES RACINES ET DE CHAUMES ET PAILLES DEGRADEES

Les plans de fractures des mottes créés soit par l'action des facteurs naturels ou par les outils de travail du sol apparaissent de préférence au voisinage des sites enrichis de résidus organiques. Dans les sols qui ont tendance à reprendre en masse cette incorporation de résidus diminue l'énergie requise pour préparer les lits de semences. La dispersion des résidus dans tout le profil de la couche arable est un compromis entre leur besoin en oxygène pour poursuivre leur dégradation et l'amélioration de friabilité du sol.

ERREURS A EVITER DANS LA CONFECTION DU LIT DE SEMENCES

AMONCELLEMENT DES RESIDUS ORGANIQUES FRAIS A LA SURFACE DE LA COUCHE RUGUEUSE, AU DESSUS DES LIGNES DE SEMIS

Les résidus organiques accumulés à la surface du lit de semences ont des avantages comme il a été discuté préalablement. Toutefois, il faut éviter les erreurs suivantes: (1) Une dose excessive de fumier frais, en raison de son contenu élevé en NH_4 nuira à l'émergence du plantule; (2) Une accumulation de plus de 1 cm de fumier pailleux ou de résidus de récolte rend très difficile l'enterrement des socs du semoir et retarde en saison fraîche le réchauffement du sol. Des solutions existent: (1) Utiliser des apports fractionnés de fumier; (2) utiliser du fumier composté; (3) enfouir 50% des pailles dans le lit de semences ou dans l'ensemble de la couche arable; (4) utiliser des socs qui rangent les résidus organiques entre les sillons de semis pour les cultures en rangées.

AMONCELLEMENT DE RESIDUS ORGANIQUES FRAIS OU PAILLEUX PAR POCHES DANS LES TROIS COUCHES DU LIT DE SEMENCES

De tels amoncellements en poches réduisent la précision du semis, peuvent être la cause d'asphyxie et de toxicité (éthilène) pour le plantule à basse température et complique la redistribution de l'eau dans le sol.

EXCES DE TERRE FINE DANS LA COUCHE RUGUEUSE

Le croûtage et le tassement de la couche rugueuse se produisent dès la première pluie intense lorsqu'un excès de terre fine est présent dans la couche rugueuse d'un sol sensible à la battance. Les effets de

cet excès de terre fine peuvent être corrigés de la façon suivante: (1) Si le semis n'est pas encore fait, approfondir le lit de semences avec un outil à dent pour remonter des mottes en surface; (2) si le semis est déjà fait et que le sol n'est pas encore croûté, protéger la surface rugueuse avec du fumier finement émietté ou avec un paillis; (3) si l'émergence est débutée et que la croûte est mince, briser celle-ci avec un rouleau crénelé-denté ou une herse rotative à dents spatulées.

Les solutions à long terme pour réduire la sensibilité à la battance sont les rotations incluant des plantes fourragères pérennes, le chaulage et l'apport annuel de matières organiques ayant une constante isohumique favorable au maintien ou à la hausse du contenu du sol en m.o. dans la partie supérieure de la couche arable.

BASE DE LIT DE SEMENCES TROP FOISONNEE, TROP EMIETTEE ET TROP PROFONDE

Les premiers inconvénients surgissent au semis de la façon suivante: (1) La profondeur du semis n'est pas uniforme; (2) la germination est faible si la réserve en eau utile du sol est basse; (3) les roues du tracteur et du semoir laissent des semelles compactes dans le lit de semences. Quelques solutions existent avant le semis: (1) Tasser le sol avec un rouleau lourd crénelé-denté; et repréparer un nouveau lit de semences plus superficiel; (2) attendre que la pluie retasse la base du lit de semences. En post-semis le tassement du sol avec un rouleau crénelé lourd aura un effet mitigé (il retassera plus la partie rugueuse que la base du lit de semences).

TASSEMENT DE TOUTES LES COUCHES DU LIT DE SEMENCES AVEC UN ROULEAU LISSE

En sol battant ou sensible à l'érosion hydrique et éolienne le roulage avec un rouleau lisse en post-semis réduit bien sur la macroporosité lacunaire mais surtout il pulvérise les mottes de la couche de surface rugueuse, rendant le sol sensible à la battance et au tassement naturel.

PROFONDEUR NON UNIFORME DES TROIS COUCHES DU LIT DE SEMENCES

Ceci se produit lorsque le réglage du contrôle de profondeur longitudinal et latéral des outils de travail superficiel du sol est mal fait.

ERREUR A EVITER DANS LA CONFECTION DU LIT DE SEMENCES EN CE QUI REGARDE LA PARTIE INFERIEURE DE LA COUCHE ARABLE.

TERRE TROP CREUSE

Les terres trop creuses proviennent de façons culturales effectuées dans des sols plastiques. Il en résulte soit des bandes de labour très comprimées ou soit des grosses mottes sphériques empilées les unes sur les autres. La reprise de ces terres au moment de la confection du lit de semences, si le sol est déjà sec rend très difficile la réduction de ces mottes et l'incorporation de terre fine. La macroporosité excessive rend difficile le développement racinaire et la redistribution de l'eau utile. Les cycles de gel et dégel et d'humectation-dessication sont efficaces à réduire cette macroporosité lacunaire. Le labour d'été dans de tels sols doit être précédé d'une fracturation du sol par une succession de façons culturales qui ameublissent le sol à une profondeur croissante. Les terres creuses sont plus néfastes en saison sèche.

EXCES DE FOISONNEMENT DU SOL

Tout comme pour le lit de semences, l'excès de foisonnement en profondeur dans la couche arable constitue un gaspillage d'énergie, et une source de dégradation de la structure du sol. Une couche arable trop foisonnée a tendance à reprendre en masse (structure massive) lors des pluies saturantes. Cet état de foisonnement diminue la capacité de support de la couche arable pour les véhicules et les semoirs. Le roulage dans ces conditions est néfaste puisqu'il tasse plus les couches superficielles que les couches profondes. La sensibilité à l'érosion hydrique est accrue de même que la sensibilité au tassement lors des passages subséquents en post-levée.

TASSEMENT EXCESSIF, SEMELLES DISCONTINUES OU CONTINUES, FAIBLE POROSITE EFFICACE

Le tassement du sol à cette profondeur résulte: (1) Du tassement naturel du sol suite à un foisonnement; (2) de la pression transmise par les roues des véhicules agricoles; (3) des semelles de tassement créées par les outils de travail du sol primaires et superficiels. Le tassement du sol de la couche arable qui origine du passé cultural accroît la dépense d'énergie nécessaire à l'élaboration du lit de semences et de la couche sous-jacente, et empêche l'agriculteur d'utiliser une pratique culturale réduite. Pidgeon, J. D., (1979) met en garde les utilisateurs de pratiques culturales réduites dans la monoculture des céréales contre le danger d'utiliser une machinerie trop lourde pour le semis et la récolte, ce qui aurait pour effet de tasser profondément le sol dans un système qui ne prévoit pas de façons culturales primaires. En contrepartie, il ne faudrait pas ignorer les incidences de tassement dans les

pratiques culturales conventionnelles sous prétexte que les façons culturales profondes viendront tout corriger dans un an. Le tassement excessif du sol dans lequel sont enfouis des résidus organiques frais accroît les risques d'asphyxie et la gleyfication qui en résulte contribue en plus à dégrader la structure du sol.

Le risque de former une semelle de tassement s'accroît aussi avec le nombre de façons culturales; une semelle se forme toujours suite au passage répété d'un outil de travail du sol à sa limite de pénétration. Une semelle résultant de façons culturales superficielles est aussi néfaste qu'une semelle de labour. Des moyens efficaces existent pour réduire ces semelles, ce sont: (1) Si plus d'un passage d'un instrument de travail superficiel du sol est nécessaire, effectuer ceux-ci dans un ordre de profondeur croissante; (2) réduire la fréquence des labours, varier leur profondeur et à l'occasion faire un labour d'été; (3) remplacer la charrue à corps par le chisel sur un chaume.

AMONCELLEMENT PAR POCHES, DE RESIDUS ORGANIQUES PEU DECOMPOSES

Le retournement de la couche arable par labour (charrue à corps et chisel équipé de socs vrillés) dans des terres où les pailles de céréales et les tiges de maïs ne sont pas broyées et où des doses massives de fumier pailleux sont épandues provoque des amoncellements par poches de ces résidus organiques. Il en résulte des sols trop creux, de l'asphyxie et de la gleyification. Les solutions suivantes peuvent être envisagées: (1) Le broyage des tiges de maïs et des pailles ou la récolte de ces dernières; (2) l'utilisation du chisel à des profondeurs croissantes (premier passage à 10 cm et le second à 15 cm); (3) l'épandage d'un fumier composté et son incorporation au sol avec le chisel à 10 cm de profondeur avant le labour définitif; (4) dans une prairie qui doit être labourée, fractionner la moitié des apports de fumier avant labour et l'autre moitié soit avant le semis ou bien en post-semis ou même en post-levée.

PRATIQUES POUR FACILITER LA CONFECTION DES LITS DE SEMENCES

LAISSER AGIR LE GEL APRES UNE FACON CULTURALE PRIMAIRE

Les labours d'automne sont toujours plus avantageux que les labours de printemps dans les sols argileux.

REDUIRE DES L'AUTOMNE LA DIMENSION DES GROSSES MOTTES LORSQUE LE SOL EST RECONNU POUR SE FRACTIONNER DIFFICILEMENT AU GEL

Eviter les conditions d'humidité excessive du sol, il en résulterait alors un gâchage de la structure et un tassement sous la couche arable.

UTILISATION COMBINEE DU CHISEL ET DE LA CHARRUE A CORPS A L'AUTOMNE POUR INCORPORER DES RESIDUS ORGANIQUES DANS L'ENSEMBLE DE LA COUCHE ARABLE

LABOUR AVEC UNE CHARRUE MUNIE DE RASETTES POUR FACILITER LA REPRISE DES LABOURS MINCES AVEC UN OUTIL A DENT

Les outils à dent de type vibroculteur peuvent en une ou deux passes, sur un labour bien formé à l'aide d'une charrue munie de rasettes, préparer un lit de semences uniforme.

TRANSPORT LOURD SUR SOL GELE OU TRES SEC

Le transport de chaux, de fumier, de pierres sur sol gelé prévient le tassement du sol. Le chaulage sur sol labouré et gelé peut être envisagé. L'épandage du lisier par citerne doit être planifié pour être effectué surtout en été lorsque le sol est le plus sec. La réduction du tassement du sol dans la couche arable facilite d'autant la préparation ultérieure du lit de semences.

REDUCTION DE LA PRESSION DE GONFLEMENT DES PNEUS ET DE LA PRESSION AU SOL DE TOUS LES VEHICULES ET REMORQUES

La pression au sol d'un pneu agricole facilement déformable est équivalente à sa pression de gonflage.

UTILISER UN PLAN DE CIRCULATION CONTROLE DU TRACTEUR ET DES INSTRUMENTS REMORQUES

La répétition des passages au même endroit est préférable à la dispersion des passages sur l'ensemble du champ.

DANS UN LIT DE SEMENCES EXCESSIVEMENT AMEUBLI, PLANIFIER LES PASSAGES DES ROUES DU TRACTEUR POUR TASSER LA BASE DU LIT DE SEMENCES AU COURS DES DERNIERES FACONS CULTURALES ET DU SEMIS

L'usage de roues doubles est alors souhaitable.

UTILISATION DES ROTATIONS DE CULTURE ET DES CULTURES INTERCALLAIRES

EFFECTUER DES APPORTS ANNUELS DE FUMURE ORGANIQUE

RECOLTER LES PAILLES TROP ABONDANTES OU LES BROYER FINEMENT

PRATIQUES POUR CONSERVER LA QUALITE DU LIT DE SEMENCES APRES LE SEMIS

LE TASSEMENT DU SOL POST-SEMIS, SI REQUIS, DOIT ETRE EFFECTUE AVEC UN ROULEAU CANNELE-DENTE

LIMITER LE TASSEMENT PAR LES VEHICULES EN REDUISANT LA PRESSION AU SOL DES PNEUS, EN UTILISANT LA CIRCULATION CONTROLEE, EN EFFECTUANT LES TRANSPORTS LOURDS SUR SOL TRES SEC OU GELE

Le tassement par les machineries de récolte sur une prairie pendant une durée de 4 ans amène des pertes totales de 3,6 Mg/ha de foin selon Soane, B.D. et al., (1982). Le même auteur rapporte des travaux démontrant qu'il est techniquement possible d'effectuer tous les transports aux champs de grain, de semence, de fertilisant, et toutes les pulvérisations phytosanitaires avec de l'équipement muni de pneus dont la pression n'excède pas 70 KPa. Soane, B.D. et al., (1982) démontrent aussi que la réduction de la pression de gonflement des pneus avants de tracteur de 220 à 90 KPa et des pneus arrières de 110 à 45 KPa a augmenté l'émergence de l'orge de 131 à 180 plants/m^2 alors que dans les espaces en 0-traffic le taux d'émergence était de 315 plants/m^2.

La circulation contrôlée (control traffic) peut diminuer la superficie couverte par les passages de pneus de 70% à 20% dans une luzernière. Les avantages de la circulation contrôlée sont les plus évidents lorsque les passages doivent obligatoirement se faire en sol humide. La confection du lit de semences est facilitée sur un champ dont le passé cultural a prévu l'utilisation de la circulation contrôlée selon Soane, B. D. et al., (1982).

TENIR COMPTE DE LA CAPACITE PORTANTE DU SOL AVANT DE PERMETTRE L'ACCES AU PATURAGE PAR LE BETAIL

Le tassement du sol par une vache laitière est plus élevé que celui causé par un pneu ayant la même pression au sol en raison du temps de compression plus long. Cette pression est de 300 KPa, selon Scholefield, D., (1986). La productivité réduite de nombre de nos pâturages est due à un niveau de tassement du sol très élevé.

CONCLUSION

L'intérêt nouveau que portent les spécialistes de l'agriculture pour la conservation du sol, de l'eau et de l'énergie fait prendre conscience de l'importance de la confection des lits de semences et de l'introduction des plantes fourragères pérennes dans un système cultural. Les plantes fourragères pérennes seront de plus en plus utilisées pour stabiliser la structure du sol, pour prévenir l'érosion, réduire le tassement du sol dans les monocultures annuelles.

Les agriculteurs doivent prendre l'habitude d'observer les profils culturaux pour déceler leurs erreurs, que celles-ci originent du passé cultural ou des façons culturales utilisées pour préparer le lit de semences ou des pratiques agricoles utilisées dans le champ après le semis. La connaissance de certaines propriétés physiques du sol de ses champs est essentielle, entre autres la sensibilité au croûtage, au tassement et à l'érosion, les caractéristiques de la porosité du sol, la capacité de rétention en eau utile. Le taux d'humidité du sol de la base du lit de semences doit être évalué au moment du semis.

Enfin, il faut reconnaître l'importance des facteurs naturels sur l'évolution du profil cultural à l'intérieur d'une saison et à l'issue de plusieurs saisons.

BIBLIOGRAPHIE

Awadhwal, N. K. et Thierstein, G.E., 1985. Soil crust and its impact on crop establisment: a review. Soil Tillage Res., 5:289-302.

Collins, G., Stibbe, E. et Kroesbergen, G., 1984. Influence of soil moisture stress and soil bulk density on the imbibition of corn seed in sandy soil. Soil Tillage Res., 4:361-370.

Dalleine, E., 1980. Les façons en travail du sol. Tome IV. CNEEMA, France.

Ellis, F. B. et Lyunch, J. M., 1979. Effects of straw residues on the establisment and yield of direct drilled crops. 8th ISTRO Proceeding, 199-204.

Hakansson, J. et Von Polgar, J., 1979. Effects on seedling emergence of soil slaking and crusting. 8th ISTRO Proceeding; 115-121.

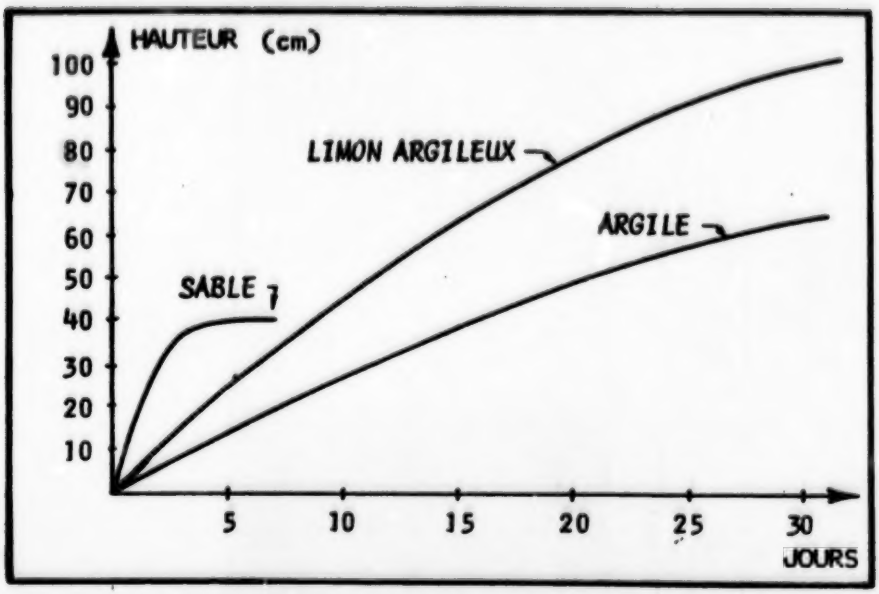
Hakansson, I. et Von Polgar, J. 1984. Experiments on the effects of seedbed characteristics on seedling emergence in a dry weather situation. Soil Tillage Res., 4:115-135.

Pidgeon, J. D., 1979. Preliminary experiments with alternative zero tillage systems for cereals. 8th ISTRO Conference Proceeding; 170-185.

Scholefield, D., 1986. The fast consolidation of grassland topsoil. Soil Tillage Res.; 6:203-210.

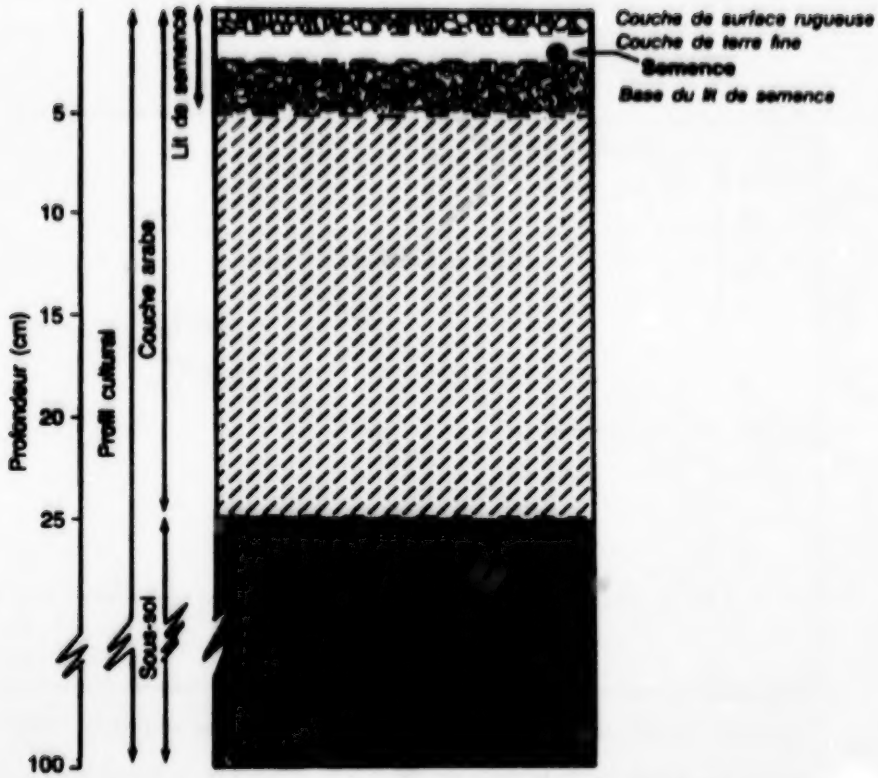
Smika, D. E., 1979. Nonerodible soil aggregates in surface soil as related to tillage practice. 8th ISTRO Conference Proceeding; 147-153.

Soane, B. D., Dickson, J. W., et Campbell, D. J., 1982. Compaction by agricultural vehicles: a review III. Incidence and control of compaction in crop production. Soil Tillage Res. 2:3-36.



Source: Dominique Soltner. Les bases de la production végétale. Tome I.

Figure 2. Effets de la texture du sol sur la vitesse et la hauteur de montée capillaire.



Adapté de Côté, D. 1982. Sols, les façons culturales. CPVQ

FIGURE 1 — Schéma d'un profil cultural pour une culture fourragère.